

Michał ZYCH*
Wiesław PILIS**

Wpływ poliestru na zdrowie człowieka

Streszczenie

W prezentowanej pracy dokonano analizy piśmiennictwa dotyczącego wpływu poliestru na zdrowie człowieka. Poliester jest syntetyczną żywicą używaną w produkcji odzieży, guzików, butelek itp. i z powodu swej trwałości oraz niskich kosztów produkcji stał się jednym z bardziej szeroko używanych związków syntetycznych. Jest dobrze wiadomym, że rodzaj surowca, z którego jest wykonany dany produkt, może mieć wpływ na organizm człowieka. Zatem celem prezentowanej pracy była ocena wpływu poliestru na biochemiczne i fizjologiczne parametry organizmu człowieka.

Słowa kluczowe: poliester, włókna poliestrowe, zdrowie człowieka.

Wstęp

Poliestry należą do grupy polimerów zawierających w swoim łańcuchu głównym wiązania estrowe. Istnieje wiele form poliestrów, z których najczęściej stosowanym jest politereftalan etylenu (PET). Polimer ten jest podstawowym składnikiem włókien poliestrowych oraz materiałem wykorzystywanym do produkcji plastikowych butelek [32].

Według Aizenshtein [3] w latach 2009–2010 nastąpił gwałtowny wzrost produkcji włókien syntetycznych. Na podstawie przeprowadzonej analizy sporządzono procentowy udział włókien w światowej produkcji (56% stanowiły włókna syntetyczne, 5% stanowiły włókna celulozowe, 39% stanowiły włókna naturalne). Przedstawione dane są skutkiem niskich kosztów produkcji przy wysokiej niezawodności w eksploatacji tkanin syntetycznych [2]. Największy

* Mgr, Instytut Kultury Fizycznej i Turystyki Akademii im. J. Długosza w Częstochowie.

** Prof. dr hab. Instytut Kultury Fizycznej i Turystyki Akademii im. J. Długosza w Częstochowie. Instytut Fizjoterapii Państwowej Medycznej Wyższej Szkoły Zawodowej w Opolu.

wzrost produkcji i zużycia tkanin syntetycznych odnotowano we włóknach poliestrowych (PES). Wśród przodujących importerów tego surowca można wymienić kraje, takie jak: Chiny, Indie oraz Tajwan [1]. Włókna poliestrowe poprzez swoją wytrzymałość oraz krótki czas wysychania stanowią składnik nie tylko odzieży, ale również dywanów i wykładzin [4]. Ponadto poliestr stosowany jest w materiałach higienicznych i opatrunkowych, odzieży ochronnej i sportowej, artykułach gospodarstwa domowego, materiałach filtracyjnych oraz tkaninach dekoracyjnych i obiciowych [12].

Dane literaturowe wykazują, że rodzaj surowca, z którego wykonane są przedmioty codziennego użytku, wpływać mogą na organizm człowieka. Głównie dotyczy się to ubrań ze względu na ich bezpośredni i długotrwały kontakt ze skórą. Według niektórych badaczy włókna naturalne nie wpływają szkodliwie na zdrowie człowieka, przy czym cechuje je mniejsza wytrzymałość i wyższe koszty produkcji – w porównaniu do odzieży syntetycznej [22]. Z uwagi na liczne i kontrowersyjne doniesienia odnośnie do wpływu poliestru na zdrowie człowieka, za cel prezentowanej pracy postawiono dokonanie wielokierunkowej analizy danych z piśmiennictwa dotyczących wpływu poliestru na organizm człowieka.

Wpływ poliestru na skórę

Skóra jest największym organem ciała człowieka, jej powierzchnia sięgać może 2,3 m². Jej główną funkcją jest obrona organizmu przed czynnikami środowiska zewnętrznego, tj.: substancjami chemicznymi, drobnoustrojami, zmienną temperaturą otoczenia oraz promieniowaniem UV [34]. Mianem „drugiej skóry” określa się często odzież. Z uwagi na bezpośredni i długotrwały kontakt odzieży ze skórą znacząco wpływa ona na jej zmiany czynnościowe.

Yao [33] stwierdził, iż odzież poliestrowa zaburza proces nawadniania powierzchniowej warstwy naskórka. Na skutek utraty wody może dojść do rozwoju objawów suchej skóry. Ponadto sądzi się, że odzież zawierająca szorstkie włókna poliestrowe poprzez swoją strukturę wywołuje znaczne podrażnienia skóry, w odróżnieniu od włókien bawełnianych. Skutkiem tego może być nietolerancja odzieży wykonanej z włókien syntetycznych u osób z atopowym zapaleniem skóry i suchością skóry. Wykazano również stosowanie w procesie barwienia tkanin poliestrowych barwników zawieszinowych, takich jak: błękit zawieszinowy 1, 3 i 7, czerwień zawieszinowa 11 i 15, fiolet zawieszinowy 1, 4 i 15, oranż zawieszinowy 11, oraz barwników zasadowych, a w tym: barwników azowych, monoazowych oraz diazowych. Związki te posiadają właściwości silnie uczulające i karcynogenne [13]. Zawarte we włóknach barwniki kwasowe i zasadowe (oranż zawieszinowy, czerwień zawieszinowa i błękit zawieszinowy) mogą również pozytywnie wpływać na skórę poprzez absorpcję promieni UV, skutecznie ją chroniących przed szkodliwym działaniem promieniowania [10].

Tkaniny zależnie od struktury cechuje odmienna zdolność przyczepności patogenów. Według Takashima i wsp. [28] włókna poliestrowe stwarzają lepsze warunki do rozwoju bakterii, w przeciwieństwie do włókien naturalnych. Aby potwierdzić postawioną tezę, autorzy poddali badaniu szczepy *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa* hodowane na 5 rodzajach surowców (akryl, bawełna, nylon, poliester oraz wełna). W badaniach tych wykazano, że włókna poliestrowe w większym stopniu (>80%) były pokryte szczepami powyżej wskazanych bakterii, w porównaniu do włókien bawełnianych (<10%). W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono wyższe ryzyko infekcji wywołanej drobnoustrojami przenoszonymi przez odzież wykonaną z włókien poliestrowych podczas uszkodzenia skóry. Ponadto przypuszcza się, że wyroby poliestrowe, takie jak: koce, poduszki i prześcieradła, mogą nasilać reakcje alergiczne, a w tym napady astmatyczne [15].

Odzież znacząco wpływa na temperaturę ciała człowieka, poprzez ograniczenie wydalenia ciepła, szczególnie podczas intensywnego wysiłku fizycznego, kiedy produkowany jest jego nadmiar. W celu jego uwolnienia, a tym samym ochłodzenia organizmu, ciepło musi przeniknąć przez dodatkową warstwę izolacyjną, jaką jest tkanina. Prowadzone są badania nad zminimalizowaniem szkodliwego wpływu sztucznych materiałów odzieżowych na sprawność procesu termoregulacji u człowieka [8]. Według Gonzales i wsp. [9] włókna poliestrowe utrudniają termoregulację. Cytowani autorzy mierzyli temperaturę ciała 10 zawodowych sportowców podczas wysiłku fizycznego, ubranych w koszulki poliestrowe małego, średniego i dużego rozmiaru. Wyniki wykazały istotnie niższą temperaturę ciała osiąganą przez sportowców w koszulkach o większym rozmiarze, co potwierdziło niższą przepuszczalność powietrza odzieży poliestrowej. Podobne badanie przeprowadzone przez Troynikov i Wardiningsih [29] wykazało, że odzież sportowa powinna zawierać mieszaninę włókien bawełnianych i poliestrowych, celem usprawnienia termoregulacji organizmu. Dzięki takiemu składowi strojów sportowych będzie możliwe połączenie dobrej przepuszczalności powietrza i hydrofilności bawełny (dobra zdolność wchłaniania potu) z niskimi kosztami produkcji i podwyższoną wytrzymałością mechaniczną poliestru. Jednak jest to rozwiązanie połowiczne. Lepsze wyniki uzyskuje się z tzw. sztucznymi tkaninami oddychającymi, w których powierzchnię poliestru pokrywa się dwutlenkiem tytanu (TiO_2) i organosilamami, przez co staje się ona hydrofobowa. Następnie naświetla się ją promieniami UV i druga jej strona staje się hydrofilowa (wodolubna). W ten sposób tkanina taka przewodzi wodę tylko w jednym kierunku, przez co jest przydatna w warunkach długotrwałej intensywnej pracy fizycznej do odtransportowywania nadmiaru potu ze skóry, szczególnie w niskich temperaturach otoczenia.

Zaburzenia układu krążenia wywołane działaniem poliestru

Dobór odpowiedniej tkaniny odzieżowej z uwagi na bezpieczeństwo noszących ją osób jest szczególnie istotny w przypadku zawodów takich, jak: strażacy, policjanci oraz żołnierze, w których to profesjach odzież powinna być trudnopalna. Dąży się do opracowania jak najlepszego składu tkanin i uwzględnia się oprócz reakcji skórnych i temperatury ciała także zmiany ciśnienia krwi i częstości pracy serca [31]. Ciesielska i wsp. [6] w grupie 20 studentów wykazała, że ciśnienie skurczowe krwi u osób stosujących odzież bawełnianą ($133,95 \text{ mmHg} \pm 14,39 \text{ mmHg}$) było wyższe w odniesieniu do osób stosujących odzież syntetyczną ($126,20 \text{ mmHg} \pm 13,87 \text{ mmHg}$). Różnice odnotowano również w częstości akcji serca, która była wyższa u osób stosujących odzież syntetyczną. Na podstawie wyników nie stwierdzono jednoznacznie, jaki typ włókien jest odpowiedni dla odzieży używanej w ekstremalnych warunkach środowiska zewnętrznego. Konkludując, sądzi się, że rodzaj używanej tkaniny powinien zależeć od intensywności i czasu trwania wysiłku fizycznego.

Sądzi się, że rodzaj stopnia zwilżalności materiałów poliestrowych wpływa na parametry hematologiczne krwi oraz parametry układu krzepnięcia i fibrynolizy. Paluch i wsp. [18] wykazali, że tkaniny o powierzchni hydrofobowej w kontakcie z osoczem nie zmieniają czasu krzepnięcia krwi w układzie wewnątrz- i zewnątrzpochodnym oraz stężenia fibrynogenu, aktywności czynnika XII, VIII, antytrombiny III, białka C oraz plazminogenu. Natomiast tkaniny poliestrowe o powierzchni hydrofilowej wydłużają czas krzepnięcia w układzie wewnątrzpochodnym, a nie zmieniają czasu krzepnięcia w układzie zewnątrzpochodnym. Zmniejszają także aktywność czynnika XII i VIII. Aktywność inhibitorów krzepnięcia i plazminogenu pozostały bez zmian. Wyniki te zostały potwierdzone i uzupełnione przez Paluch i wsp. [19]. Wykazano dodatkowo, że tkaniny poliestrowe o powierzchni hydrofilowej powodują większy spadek liczby białych krwinek i płytek krwi oraz większy wzrost poziomu beta-tromboglobuliny w porównaniu do tkanin o powierzchni hydrofobowej. Zarówno dzianina o hydrofobowej, jak i hydrofilowej powierzchni nie wywołuje zmian w układzie czerwokrwinkowym. Uwzględniając te wpływy, należy stosować zmienną odzież w zależności od warunków, w jakich znajduje się organizm.

Skutki działania poliestru na układ oddechowy

Rodzaj włókien wpływa na niektóre parametry fizjologiczne układu oddechowego organizmu człowieka w trakcie wysiłku fizycznego. Zaburzenia dotyczące wymiany gazowej, będące skutkiem stosowanej odzieży w trakcie wysiłku fizycznego, przedstawiła Ciesielska i wsp. [6]. W badaniu analizowano: współczynnik wymiany gazowej i pobieranie O_2 oraz wydalanie CO_2 w organizmie.

Na podstawie wyników stwierdzono wyższe wydalanie CO₂ i wzrost współczynnika wymiany gazowej u osób stosujących odzież bawełnianą, w odniesieniu do osób stosujących odzież syntetyczną. Nie odnotowano istotnych różnic w poborze O₂. Uzyskane dane wykazały różnice w parametrach układu oddechowego, jednakże nie pozwoliły na jednoznaczne określenie optymalnego rodzaju odzieży, jaki byłby najbardziej komfortowy dla organizmu w warunkach wysiłku fizycznego.

Grupą szczególnie narażoną na powikłania zdrowotne wywołane wpływem włókien syntetycznych są pracownicy przetwórstwa tworzyw sztucznych. Z uwagi na długotrwały kontakt z materiałami syntetycznymi odnotowano u nich zwiększone ryzyko wystąpienia takich schorzeń, jak.: astma, alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych, przewlekłe zapalenie oskrzeli i płuc oraz odma opłucnowa. Pimentel i wsp. [20] opisali dwa przypadki powikłań powstałych w wyniku długotrwałej pracy przy poliestrze. Pierwszy przypadek tyczył się 27-letniej kobiety zatrudnionej od 11 lat w fabryce produkującej włókna poliestrowe. Pacjentka skarżyła się na trudności w oddychaniu, uciążliwy kaszel, wydzielanie śluzowatej substancji oraz złe samopoczucie. Przeprowadzone badania wykazały u kobiety hipokapnię oraz brak zmian w obrębie płuc. Drugi przypadek opisywał mężczyznę będącego pracownikiem fabryki przetwarzającej poliestry od 21 lat. Pacjent ten był poddany długotrwałemu leczeniu z powodu wykrycia u niego odmy opłucnowej. Przypadki te sugerują potrzebę prowadzenia częstej kontroli medycznej osób pracujących w takich warunkach.

Wpływ poliestru na gospodarkę hormonalną organizmu człowieka

Jedną z form poliestru jest politereftalan etylenu (PET), główny składnik większości jasnych pojemników wykorzystywanych do przechowywania napojów, przypraw i produktów kosmetycznych. Istnieją doniesienia, iż substancje wypłukiwane z butelek PET wywołują zaburzenia endokrynologiczne w organizmie człowieka [24]. Potwierdzili to Wagner i Oehlmann [30]. Badania prowadzone były na sztucznie zmodyfikowanych szczepach drożdży wzbogaconych w receptory estrogenowe. Analiza obejmowała 9 dystrybutorów produkujących wodę zarówno w butelkach plastikowych PET, jak i szklanych. Na podstawie wyników stwierdzono aktywność estrogenów w większej liczbie butelek PET ($\frac{7}{9}$ marek) w odniesieniu do butelek szklanych ($\frac{3}{9}$ marek). W związku z wątpliwościami, czy substancje estrogenowe zawarte w butelkach PET nie zostały do nich wprowadzone przed napełnieniem, Wagner i Oehlmann [30] przeprowadzili ponowną analizę. Wykorzystane wcześniej butelki zostały wypełnione odpowiednim podłożem z embrionami ślimaka *Potamopyrgus antipodarum*. Po okresie inkubacji (56 dni) odnotowano wyższą przeżywalność embrionów ślimaka w butelkach PET aniżeli w butelkach szklanych. Podobne badania zostały prze-

prowadzone przez Pinto i Reali [21]. Uzyskane przez nich wyniki nie wykazały jednak znacznych różnic w poziomie substancji estrogenowych pomiędzy butelkami PET a szklanymi. Opracowane dane mogą wynikać z mniejszej wrażliwości drożdży na estrogeny, jakich używali Pinto i Reali [21], lub różnic w stężeniu substancji estrogenowych pomiędzy butelkami wykorzystywanymi w obu doświadczeniach. Według Choe i wsp. [5] wysoka aktywność estrogenów może być spowodowana zawartością w butelkach PET chlorku antymonu. Związek ten jest stosowany jako katalizator w procesie polikondensacji butelek PET. Shotyk i Krachler [25] wykazali znaczny poziom antymonu w wodzie mineralnej przechowywanej w butelkach PET. W badaniu wykorzystali 132 rodzaje markowych wód mineralnych, zakupionych w 28 krajach. Wyniki wykazały podwyższony poziom antymonu o 19% w 14 markach wody mineralnej zakupionych w Kanadzie po okresie 6 miesięcy przechowywania jej w temperaturze pokojowej, oraz wzrost poziomu antymonu o 90% w 48 markach wody mineralnej zakupionych w Europie po okresie 6 miesięcy przechowywania jej w tych samych warunkach. Różnice w stężeniu antymonu odnotowano także w obrębie tej samej marki wody mineralnej pozyskanej z różnych miejsc.

Dane literaturowe donoszą także o zawartości w butelkach PET ftalanów. Określenie to odnosi się do diestru kwasu 1,2 – benzenodikarboksyłowego. Związek ten może wpływać na obniżenie poziomu hormonów płciowych u mężczyzn i kobiet [24]. Obecność ftalanów w butelkach PET potwierdzili Montuori i wsp. [17]. Stwierdzili oni 12 razy wyższy poziom ftalanów w butelkach PET aniżeli w butelkach szklanych. Poziom uwalnianych ftalanów zależy od warunków przechowywania produktów spożywczych. Według Pinto i Reali [21] np. wysoka temperatura wzmaga proces uwalniania ftalanów do wody w butelkach PET. Przeprowadzona analiza wykazała, że butelki PET zawierają substancje zaburzające gospodarkę hormonalną w warunkach podwyższonej temperatury i długotrwałego przechowywania.

Poliester a układ mięśniowy człowieka

Sądzi się, że odzież wykonana z włókien poliestrowych wpływa na parametry elektromiograficzne mięśni. Potwierdzili to Ziemińska i wsp. [36], badając zdrowych mężczyzn w wieku 24–27 lat, ubranych w długie koszule wykonane z włókien naturalnych (len) i syntetycznych (poliester). Ochotnicy zostali umieszczeni na okres 5 godzin w klimatyzowanej komorze o temp. 20°C i względnej wilgotności 55%. Analizie poddano odpowiedzialne za komfort psychiczny i fizyczny człowieka właściwości tkanin (zdolność do elektryzowania, przepuszczalność powietrza, higroskopijność) oraz parametry mikroklimatu w strefie skóra–odzież (temperatura). Parametry elektromiograficzne mięśni przedramienia i ramienia rejestrowano metodą EMG przed i po osłonięciu skóry

odzieżą na czas 5 godzin. W oparciu o wyniki stwierdzono, że odzież poliestrowa jest przyczyną zmian parametrów elektromiograficznych mięśni, skutkujących wystąpieniem desynchronizacji jednostek ruchowych. Zaburzenie to może objawiać się większym zmęczeniem u osób używających odzieży wykonanej z włókien poliestrowych. Otrzymane wyniki zostały potwierdzone kilkakrotnie przez Zimniewską i wsp. [37] oraz Zimniewską [35].

Zastosowanie poliestru w medycynie

Włókna poliestrowe należą do syntetycznych materiałów, które znalazły zastosowanie w chirurgii rekonstrukcyjnej powłok brzusznych, kardiochirurgii, chirurgii dziecięcej oraz chirurgii naczyniowej. Szerokie zastosowanie poliestru wynika z jego wysokiej trwałości i wytrzymałości mechanicznej oraz biologicznej obojętności i gładkości wewnętrznej powierzchni [7]. Ponadto wykazano, że związek ten hamuje wzrost drobnoustrojów. Grzybowski i Trafny [11] w oparciu o przeprowadzone badania stwierdzili, że pokryte miedzią włókna poliestrowe hamują wzrost bakterii, takich jak: *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa* oraz grzybiczego patogenu *Scopulariopsis sp.*, w odróżnieniu od włókien poliamidowych i poliakrylonitrylowych.

Według badań naukowców głównym syntetycznym materiałem do zastosowań biomedycznych stał się PET. Właściwości implantów wykonanych z PET pozostają niezmienną przez długi czas [27]. Protezy poliestrowe stosowane w kardiochirurgii służą do uzupełniania ubytków naczyń krwionośnych. Wyróżniamy dwa rodzaje naczyniowych protez poliestrowych. Pierwsze z nich, tzw. poliestrowe proteazy, tkane są szczelnie po implantacji, jednakże wywołują duży odczyn tkankowy. Proteazy poliestrowe dziane powodują mniejszą reakcję tkanek, ale wymagają uszczelnienia podczas operacji. Z uwagi na ten fakt prowadzone są badania nad ich udoskonaleniem [16]. Ponadto materiały poliestrowe stosowane są również do rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, uzupełniania ubytków chrząstki stawowej, uszczelnienia szwu torebki śledziony, operacyjnego leczenia odwarstwionej siatkówki oraz wzmocnienia i rekonstrukcji gałki ocznej. Sądzi się jednak, że włókna poliestrowe najczęściej stosowane są do produkcji siatek poliestrowych przy pooperacyjnym leczeniu przepuklin pachwinowych. Sadowski i wsp. [23] potwierdzili mniejsze ryzyko nawrotów i niższy stopień bólu u pacjentów, u których zastosowano siatki z poliestru, aniżeli u pacjentów, u których siatki były zbudowane z polipropylenu.

Legnani i wsp. [14] wykazali, że istnieje wiele rodzajów protez poliestrowych, z których każdy ma pewne wady. Na podstawie przeprowadzonej analizy autorzy twierdzą, że materiał, z którego wytworzona jest proteza, powinien być biokompatybilny (nietoksyczny, wyróżniający się niewielką absorpcją wody oraz obecnością porów umożliwiających wzrost fibroblastów). Materiał ten po-

winien także być odporny na czynniki mechaniczne, takie jak: wydłużanie, skręcanie i ścieranie. Legnani i wsp. [14] wykazali, że wymagane są dalsze badania w celu udoskonalenia właściwości protez poliestrowych.

Stwierdzenia i wnioski

Poliester jest tworzywem sztucznym, z którego produkowana jest m.in. odzież czy też butelki plastikowe PET. Polimer ten ze względu na wytrzymałość mechaniczną i niskie koszty produkcji stał się jednym z najczęściej stosowanych związków syntetycznych. Jak wiadomo, rodzaj surowca, z którego wykonane są produkty, ma wpływ na organizm człowieka. Stosowanie poliestru może prowadzić do powstawania zaburzeń w obrębie skóry, układu krążenia, układu oddechowego, gospodarki hormonalnej oraz układu mięśniowego. W oparciu o przeanalizowaną literaturę wyciągnięto następujące wnioski:

1. Włókna poliestrowe wywołują uczuleniowe zmiany skórne i stwarzają korzystne warunki do rozwoju drobnoustrojów mogących nasilać napady astmatyczne.
2. Włókna poliestrowe ze względu na swoje właściwości hydrofilowe mają niekorzystny wpływ na właściwości krwi, nie zmieniając przy tym sprawności krążeniowej.
3. Osoby poddane długotrwałemu i intensywnemu wpływowi poliestru, np. poprzez wieloletnią pracę w przetwórstwie tworzyw sztucznych, są bardziej podatne na ryzyko zachorowań płucnych.
4. Butelki PET zawierają substancję (ftalany, antymon) zaburzające gospodarkę hormonalną organizmu człowieka i proces ten jest tym intensywniejszy, im czas przechowywania jest dłuższy, a temperatura wyższa.
5. Odzież poliestrowa wpływa negatywnie na pobudzenie układu mięśniowego, objawiające się uczuciem zmęczenia, przez co ograniczone są jej zastosowania w warunkach zwiększonej aktywności fizycznej, również dlatego, że upośledza proces termoregulacji.
6. Włókna poliestrowe dzięki swoim właściwościom znalazły zastosowanie w medycynie, jako materiał rekonstrukcyjny różnych narządów organizmu.

Piśmiennictwo

- [1] Aizenshtein E.M. (2009): Polyester fibres continue to dominate on the world textile raw materials balance sheet. *Fibre Chemistry* 41 (1), 1–8.
- [2] Aizenshtein E.M. (2012): International exhibition of technical textiles and nonwovens in Frankfurt. *Fibre Chemistry* 43 (5), 388–394.

- [3] Aizenshtein E.M. (2012): Production and use of chemical fibres in 2010. *Fibre Chemistry* 43(4), 395–405.
- [4] Bogo J. (1999): Polyester Clothing, Paint Cans and Pest Control. *The Environmental Magazine*, 10: 64.
- [5] Choe S.Y., Kim S.J., Hae-Gyoung K., Lee J.H., Choi Y., Lee H. (2003): Evaluation of estrogenicity of major heavy metals. *Sci. Total Environ.* 312(1), 15–21.
- [6] Ciesielska I., Mokwiński M., Orłowska-Majdak M. (2008): Influence of different kind of clothing material on selected cardiovascular, respiratory and psychomotor parameters turning moderate physical exercise. *Inter. J. of Occupational Med. And Envi. Health* 22(3), 215–226.
- [7] Fila M., Banach M., Zwoliński R. (2000): Ocena procesów gojenia po zastosowaniu materiałów syntetycznych pod postacią siatki poliestrowej, powlekanej poliuretanem tegmentum, wszczepianej w otrzewną u szczurów. *Polimery Med.* 30 (3/4), 89–98.
- [8] Gavin T.P. (2003). Clothing and Thermoregulation During Exercise. *Sports Medicine* 33(13), 941–94.
- [9] Gonzales B. R., Haqin V., Guillot R., Placet V., Gros Lambert A. (2011): Effects of polyester jerseys on psycho-physiological responses during exercise in a hot and moist environment. *J. Strength Cond Res.* 25(12), 3432–3438.
- [10] Gorenšek M., Sluga F. (2004). Modifying the UV Blocking Effect of Polyester Fabric. *Textile Res. J.* 74(6), 469–474.
- [11] Grzybowski J., Trafny E.A. (1999): Antimicrobial properties of copper-coated electroconductive polyester fibres. *Polimery Med.* 29 (1/2), 27–33.
- [12] Isaeva V.I., Aizenshtein E.M., Soboleva O.N. (1997): World production and use of polypropylene fibres and thread. A review. *Fibre Chemistry* 29(5), 269–281.
- [13] Le Coz C.J. (2011): Clothing. *Contact Dermatitis* 6: 793–817.
- [14] Legnani C., Alberto V., Terzaghi C., Borgo E., Albisetti W. (2009): Anterior cruciate ligament reconstruction with synthetic grafts. A review of literature. *Inter. Orthopaedics* 34, 465–471.
- [15] Mendelson Ch. (2004): Your Best Bed. *Prevention* 56(1), 95–98.
- [16] Milewski A., Staniszewska-Kuś J., Rutowski R., Solski L., Pielka S. (2002): Tissue reaction following the implantation of a DALLON H vascular prosthesis in the thoracic aorta defect. *Experimntal test. Polimery Med.* 32(1/2): 23–40.
- [17] Montuori P., Jover E., Morgantini M., Bayona J. M., Triassi M. (2008): Assessing human exposure to phthalic acid and phthalate esters from mineral water stored in polyethylene terephthalate and glass bottles. *Food Add. Contamin.* 25(4), 511–518.

- [18] Paluch D., Szymonowicz M., Pielka S., Majda J. (2001): The influence of the materials with different moisture surface on the chosen factors of blood coagulation. *Polimery Med.* 31 (1/2), 27–32.
- [19] Paluch D., Szymonowicz M., Pielka S., Rutowski R. (2002): In vitro studies of the influence polyester materials with a different degree of surface wettability have on blood haematological parameters and coagulation and fibrinolysis system parameters. *Polimery Med.* 32(1/2), 41–64.
- [20] Pimentel J.C., Avila R., Lourenco A.G. (1975): Respiratory disease caused by synthetic fibres: a new occupational disease. *Thorax* 30, 204–219.
- [21] Pinto B, Reali D. (2009): Screening of estrogen-like activity of mineral water stored in PET bottles. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212(2), 228–232.
- [22] Pyska A., Zimmiewska M., Witmanowski H. (2005): The influence of natural and synthetic fibers on selected parameters of human health. *Przew. Lek.* 8, 79–83.
- [23] Sadowski B., Rodriguez J., Symmonds R., Roberts J., Song J., Hasan Rajab M., Cummings C., Hodges. (2010): Comparison of polypropylene versus polyester mesh in the Lichtenstein hernia repair with respect to chronic pain and discomfort. *Hernia* ,15, 643–654.
- [24] Sax L. (2009): Polyethylene Terephthalate May Yield Endocrine Disruptors. *Environ. Health Perspectives* 118(4), 445–448.
- [25] Shotyk S., Krachler M. (2007): Contamination of bottled waters with antimony leaching from polyethylene terephthalate (PET) increases upon storage. *Environ. Sci. Technol.* 41(5), 1560–1563.
- [26] Spassovski M. (1976): Health Hazards in the Production and Processing of Some Fibres, Resins, and Plastics in Bulgaria. *Environmental Health Perspectives* 17, 199–202.
- [27] Struszczyk M. H., Bednarek P., Raczyński K. (2002): Poliestrowe protezy naczyniowe. *Polimery Med.* 32(1/2), 13–22.
- [28] Takashima M., Shirai F., Sageshima M., Ikeda N., Okamoto Y., Dohi Y. (2004): Distinctive bacteria-binding property of cloth materials. *Am. J. Infect Control* 32, 27–30.
- [29] Troynikov O., Wardiningsih W. (2011): Moisture management properties of wool/polyester and wool/bamboo knitted fabrics for the sportswear base layer. *Textile Res. J.* 81(6), 621–631.
- [30] Wagner M, Oehlmann J. (2009): Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environ Sci Pollut Res Int* 16(3), 278–286.
- [31] Weil E.D., Levchik S. (2008): Flame Retardants in Commercial Use or Development for Textiles. *J. Fire Sci.* 26(3), 243–281.
- [32] Yamashita H., Nakano Y. (2008): Polyester: Properties, Preparation and Applications. Nova Science Publishers.
- [33] Yao L. (2009): Effects of clothing on skin physiology. The Hong Kong Polytechnic University, 6–24.

- [34] Zaidi Z., Lanigan S.W. (2010): Skin: Structure and Function. *Dermatology in Clinical Practice*, 1–15.
- [35] Zimniewska M. (2007): Analiza składu surowcowego wyrobów odzieżowych na wybrane parametry fizjologiczne człowieka. *Zeszyty Naukowe. Włókiennictwo/Politechnika Łódzka* 63, 139–159.
- [36] Zimniewska M., Huber J., Krucińska I., Torlińska T., Kozłowski R. (2002): The Influence of Clothes Made from Natural and Synthetic Fibres on the Activity of the Motor Units in Selected Muscles in the Forearm - Preliminary Studies. *Fibres & Textiles in Eastern Europe.*, 55–59.
- [37] Zimniewska M., Michalak M., Krucińska I., Więcek B. (2003): The physical properties of the surface of apparel made from flax and polyester fibres. *Inter. J. of Cloth. Scien. and Techn.* 15(3/4), 284–294.

Abstract

Polyester Impact on Human Health

In this paper an analysis of the literature on the impact of polyester on human health. Polyester is a synthetic resin used in the production of clothing, buttons, bottles, etc., and because of their durability and low cost of production has become one of the most widely used synthetic compounds. It is well known that the type of material it is made of a product can affect the human body. Thus the aim of the present study was to evaluate the impact of polyester on the biochemical and physiological characteristics of the human body.

Key words: polyester, polyester fibers, human health.